



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 309737

(13) B1

(51) Int Cl⁷ E 21 B 34/16

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19994777	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	1999.09.30	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	1999.09.30	(30) Prioritet	Ingen
(41) Alm. tilgj.	2001.03.19		
(45) Meddelt dato	2001.03.19		
(71) Patenthaver	Kongsberg Offshore AS, Postboks 1012, 3601 Kongsberg, NO		
(72) Oppfinner	Svein Lilleland, 3533 Tyristrand, NO		
(74) Fullmektig	Onsagers AS, 0103 Oslo		

(54) Benevnelse Anordning ved et undervannssystem til styring av en hydraulikkaktuator og et system med en sådan anordning

(56) Anførte publikasjoner US 4649704, US 4240463, US 4087073, EP A2 38034

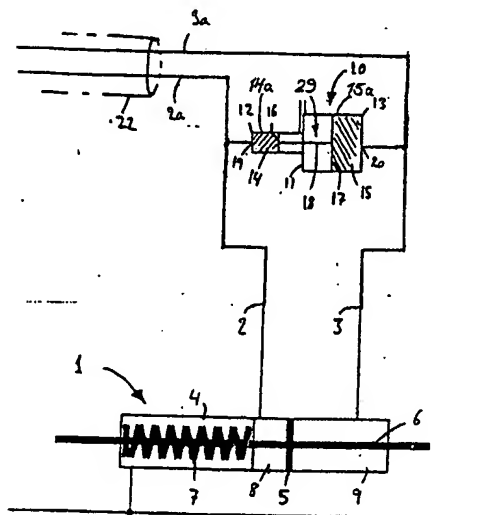
(57) Sammendrag

Oppfinnelsen angår en anordning ved et undervannssystem for styring av en hydraulikkaktuator (1) som er tilknyttet en tilførselsledning (2) for tilførsel av et tilførselsfluid til aktuatoren (1) og en returledning (3) for fjerning av et returfluid fra aktuatoren.

Anordningen (10) omfatter et hus (11) og et i huset (11) bevegelig organ (29) som sammen avgrenser et høytrykkskammer (14), som kommuniserer med tilførselsledningen (2), og et lavtrykkskammer (15), som kommuniserer med returledningen (3), og hvis volum er en funksjon av trykket på returfluidet og tilførselsfluidet.

Videre angår oppfinnelsen et undervannssystem omfattende en slik hydraulikkaktuator (1) og en anordning (10)

Oppfinnelsen er særlig anvendbar for operasjon av undervanns-prosessventiler.



Oppfinnelsen angår en anordning ved et undervannssystem til styring av en hydraulikkaktuator til operasjon av en prosessstyringsventil under vann, i forbindelse med utvinning av hydrokarboner fra undervannsbrønner.

5 Videre angår oppfinnelsen et system omfattende en hydraulikkaktuator og en anordning for styring av aktuatoren.

US 4 649 704 angår en undervanns-ventilaktuatoranordning som er tilkoblet en trykkfluidakkumulator. Trykkfluidakkumulatoren består av to hydraulikksylindre med bevegelige stempler som har samme diameter, og som er innbyrdes forbundet via en stempelstang.

10 US 4 240 463 angår en hydraulikkaktuator med en fluidakkumulator for åpning eller stengning av en sikkerhetsventil, og som omfatter et sylindrisk kammer med et bevegelig stempel.

15 US 4 087 073 angår en sikkerhetsventil som er kombinert med en hydraulikkaktuator. Aktuatoren omfatter et sylindrisk kammer med et bevegelig stempel i likhet med det som er beskrevet i US 4 240 463. Stempelstillingen og -bevegelsen er avhengig av et fluidtrykk som blir styrt av en pilotventil.

EP A2 38 034 angår et sikkerhetsventil-manifoldsystem til åpning eller avstengning av en undervanns-sikkerhetsventil. Dette system omfatter en hydraulikk-styreledning som er forbundet med en trykkfluidakkumulator.

20 Slike kjente systemer kan således omfatte hydraulikkinnretninger såsom hydraulikkaktuatorer, som kan bli tilført et trykkfluid og hvorfra det kan strøme et returfluid, idet disse fluider strømmer i separate ledninger. Innretningen kan være en hydraulikksylinder med en sylinderdel, hvori det kan bli beveget en stempeldel. Stempeldelen kan sammen med sylinderdelen avgrense to kamre på de
25 respektive sider av stempeldelen, idet trykkfluidet kan påvirke det ene kammer og returfluidet kan påvirke det annet kammer. Et eksempel på en slik innretning er en balansert, hydraulisk ventilaktuator, hvormed stillingen for en ventil, særlig en prosessventil, kan bli innstilt. En hydraulikkaktuator skal forstås å omfatte også hydraulikkmotorer.

30 En typisk ulempe ved slike hydrauliske systemer er at fluidtilførsels- og returledningene påvirker de dynamiske egenskaper for systemet på en slik måte at systemets tidskonstanter og dermed respons- eller operasjonstiden for hydraulikkaktuatoren blir øket når ledningene for tilførsel resp. retur av fluid er
35 undersjøisk ventil av en olje- eller gassbrønn.

For å styre en olje- eller gasstrøm fra en brønn, er brønnen forsynt med et ventiltre som omfatter prosessstyringsventiler, hvor hver prosessstyringsventil er forsynt med en aktuator for betjening av ventilen. Aktuatoren kan være operert elektrisk eller hydraulisk, men hydraulisk opererte aktuatorer blir vanligvis benyttet for ventiltrær ved olje- og gassproduksjon.

Ved såkalte åpne systemer kan det bli benyttet hydrauliske aktuatorer såsom en hydraulikksylinder hvortil det forløper bare én eneste ledning, som er forbundet med det ene kammer. Det annet kammer kommuniserer med det rom som omgir aktuatoren, og i dette kammer kan det være anordnet en returfjær som søker å bevege stempeldelen mot det første kammer. For bevegelse av aktuatorens bevegelige del mot det annet kammer, blir ledningen tilført et trykkfluid hvis trykk er så stort at skaffes en kraft som er større enn den kraft som blir utøvet av fjæren. For bevegelse av den bevegelige del den annen vei, blir trykket på fluidet i ledningen redusert, hvorved returfjæren bevirker bevegelse av den bevegelige del den annen vei samtidig som fluidet blir presset tilbake i ledningen. Ved åpne systemer kan det lett inntreffe lekkasjer av hydraulikkfluid til omgivelsene, noe som bør unngås både av hensyn til miljøet og av hensyn til kostnaden ved tapet av fluid.

Det er derfor utviklet lukkede hydraulikk-ventilaktuatorsystemer for olje- og gassproduksjon av balansert type, hvor aktuatoren er utstyrt med en sylinder og et stempel som avgrenser et første og et annet sylinderkammer, hvor en tilførselsledning er forbundet med det første kammer og hvor en returledning er forbundet med det annet kammer. Sylinderen kan også eventuelt være utstyrt med en returfjær som beveger stempelet til en stilling, som vanligvis tilsvarer prosessventilens lukkede stilling, når trykket blir redusert i tilførselsledningen. Når trykkfluid tilføres aktuatoren via tilførselsledningen, blir returfluid samtidig presset tilbake i returledningen. Dette eliminerer vanskelighetene vedrørende fluidutslipp sammenlignet med det ovennevnte, åpne system.

Tilførsels- og returledningene er vanligvis anbrakt i en såkalt navlestreng og som regel sammen med andre hydrauliske, elektriske og/eller optiske ledninger, og/eller ledninger for tilførsel av andre fluider. Navlestrengen forløper fra den undersjøiske prosessstyringsventil nær brønnen til f.eks. en plattform. Navlestrengen kan ha stor lengde, i enkelte tilfeller inntil 20 km eller mer. I navlestrengen er det ønskelig å benytte hydraulikkledninger med et begrenset tverrsnitt. Av konstruksjons-, installasjons- og kostnadmessige hensyn er det videre en fordel å benytte det samme tverrsnitt for flere hydraulikkledninger i navlestrengen. Typisk kan navlestrengens diameter være på ca. 5 cm, og de hydraulikkledninger som er anordnet i navlestrengen kan ha en diameter på ca. 12 mm. Strømningsmotstanden i

hydraulikkledningene blir da betydelig, noe som fører til at responstiden for ventilaktuatoren i systemet kan bli tilfredsstillende lang.

5 På bakgrunn av det ovennevnte er det ønskelig å tilveiebringe en anordning ved et undervannssystem for styring av en hydraulikkaktuator, og et undervannssystem for styring av en hydraulikkaktuator, hvor responstiden for aktuatoren er tilfredsstillende.

Dette har blitt søkt oppnådd på flere måter.

10 En første, kjent måte er å benytte hydraulikkledninger med større tverrsnitt. Derved blir også navlestrengens tverrsnitt stor, noe som medfører en betydelig omkostningsøkning.

15 En annen måte er å tilknytte en akkumulator til forsyningsledningen nær prosesstyringsventilen. Når en ventilaktuator skal aktiviseres, brukes elektrisk energi til å åpne en solenoidventil anbrakt mellom akkumulatoren og ventilaktuatoren. Akkumulatoren kan være en utskiftbar, forhåndsladet tank. Mer vanlig er det imidlertid at akkumulatoren blir etterfylt med fluid fra plattformen, fortrinnsvis gjennom en tilførselsledning i navlestrengen.

20 Ved denne måte blir aktuatorens responstid redusert, da vanskelighetene vedrørende tilveiebringelse av en fluidstrøm gjennom tilførselsledningen til dels overvinnes. Imidlertid må returfluidet fremdeles bli brakt til å strømme gjennom returledningen, slik at det ikke oppnås et tilfredsstillende resultat dersom tilførsels- og returledningene har de samme tverrsnittsdimensjoner. Dessuten byr etterfyllingen av akkumulatoren på vanskeligheter, og når trykket i akkumulatoren er for lavt, kan ikke aktuatoren bli aktivert for åpning av ventilen. Videre kan anbringelse av høytrykksakkumulatorer på havbunnen være forbundet med store konstruksjons- og installasjonsmessige vanskeligheter.

30 En tredje, kjent måte er å anbringe en retur-trykkfluidakkumulator nær aktuatoren, i tilknytning til returledningen. Som kjent kan trykkfluidakkumulatorer omfatte et hus, hvori det er anordnet et bevegelig organ, såsom en membran eller et stempel, som på den ene side er påvirket av en fjærende anordning, såsom en trykkfjær eller en trykkgass -som regel nitrogengass, og som på den annen side i dette tilfelle kan være påvirket av fluidet i returledningen. Derved kan fluid strømme raskt fra aktuatorens returkammer til returakkumulatoren, slik at aktuatorens responstid blir tilfredsstillende. En strømming av returfluidet videre fra returakkumulatoren opp gjennom returledningen i navlestrengen, blir deretter besørget ved en ekspansjon av trykkfjæren eller trykkgassen.

35

5 Dersom en slik akkumulator skal bli benyttet på et sted hvor brukstemperaturen avviker fra temperaturen på det sted hvor akkumulatoren blir fylt med gass, må det bli sørget for at gasstrykket i akkumulatoren på fyllingsstedet har en slik verdi at det korrekte gasstrykk fås når akkumulatoren befinner seg på bruksstedet og har fått brukstemperaturen.

10 Dersom aktuatoren og akkumulatorens brukssted befinner seg langt nedenfor det forsyningssted hvor fluid blir avgitt til aktuatoren og returfluid fra aktuatoren mottatt, noe som eksempelvis er tilfellet dersom bruksstedet befinner seg på et stort havdyp og forsyningsstedet befinner seg på en plattform ved havoverflaten, og aktuatoren ikke blir betjent, tilsvarer trykket i retur- og forsyningsledningene ved bruksstedet det statiske trykk for en hydraulikkfluidsøyle med høyde 15 tilsvarende vanndybden. Dersom trykket på det fluid som avgis til akkumulatoren blir øket for operasjon av aktuatoren, og aktuatorens bevegelige del, såsom et stempel, blir beveget, stiger også trykket i returledningen som en funksjon av stempelets bevegelsesparametre og fluidmotstanden i returledningen.

Akkumulatoren må derfor være tilpasset både det aktuelle havdyp og aktuatorens operasjonstrykk og dessuten temperaturen ved dette havdyp, noe som er en ulempe.

20 En hensikt med oppfinnelsen er å skaffe en anordning ved et undervannssystem til styring av en hydraulikkaktuator, og et undervannssystem med en sådan anordning, hvor responstiden for aktuatoren er tilfredsstillende kort, hvor tverrsnittsdimensjonene for returledningene kan gjøres akseptabelt små, og hvor de ovennevnte ulemper ved bruk av en returakkumulator er eliminert.

25 Denne hensikt oppnås ved en anordning og et undervannssystem med de trekk som er angitt i krav 1 resp. 5. Ytterligere fordeler oppnås ved de trekk som fremgår av de uselvstendige krav.

Oppfinnelsen vil i det følgende bli beskrevet nærmere under henvisning til tegningen som skjematisk viser en foretrukket utførelsesform for oppfinnelsen.

30 Figur 1 er et riss av en hydraulikkaktuator til operasjon av en prosessventil, samt tilførsels- og returledninger og en returakkumulator, ifølge kjent teknikk.

Figur 2 er et riss av en hydraulikkaktuator som er forsynt med en fluidtrykkanordning ifølge oppfinnelsen.

Figur 3 er et koblingsdiagram for et hydraulikksystem ifølge oppfinnelsen.

På fig. 1 er det vist en hydraulikkaktuator 1 som er innrettet til å påvirke en prosessstyringsventil (ikke vist) som fortrinnsvis er anbrakt på havbunnen, for styring av en strøm av olje eller gass fra en produksjonsbrønn. En navlestreng 22 som omfatter en bunt av kabler og ledninger for styring og energiforsyning, 5 forløper til havbunnen fra et sentralt sted som fortrinnsvis befinner seg ombord på en plattform ved havoverflaten. Bl. a. omfatter navlestrengen 22 en hovedtilførselsledning 2a og en hovedreturledning 3a for hydraulikkfluid. Disse ledninger er forbundet med henholdsvis en tilførselsledning 2 og en returledning 3 for aktuatoren 1. I praksis kan ledningene være tilknyttet ytterligere bestanddeler 10 såsom ventiler og regulatorer (ikke vist).

Aktuatoren 1 er en hydraulikksylinder med en sylinderdell eller sylinder 4 hvori det er bevegelig anordnet en stempeldell eller stempel 5 med en stempelstang 6 som er innrettet til å betjene ventilen. En returfjær 7 er anordnet mellom en endevegg av sylinderen 4 og stempelet 5 på den annen side av dette i forhold til stempelstangen 15 6 og er innrettet til å bevege stempelet 5 mot høyre på figuren når det over stempelet 5 finnes bare et lite differensialtrykk. Sammen med sylinderen 4 avgrenser stempelet 5 to kamre med variabel størrelse, avhengig av stempelets stilling: et tilførselskammer 8 og et returkammer 9. Hovedtilførselsledningen 2a og hovedreturledningen 3b kan ha stor lengde, for eksempel inntil 20 km eller mer, 20 og en diameter på f. eks. ca. 12 mm. Returledningen 3 kommuniserer med en returakkumulator 28. Denne er innrettet til å oppta returfluid som strømmer fra returkammeret 9, og deretter å avlevere returfluidet til hovedreturledningen 3a, idet akkumulatoren 28 på kjent måte kan omfatte et kammer som er avgrenset av et bevegelig stempel eller en membran, og som rommer en trykkgass, f.eks. nitrogen.

Figur 2 viser en anordning ifølge oppfinnelsen som omfatter en hydraulikkaktuator 1 som er identisk med den som er vist på figur 1. I stedet for en returakkumulator omfatter denne anordning imidlertid en fluidtrykkanordning 10 som er koblet i parallell med aktuatoren 1.

Fluidtrykkanordningen 10 er i sin enkleste form utformet som en trykkomformer av tandem-typen. Fluidtrykkanordningen 10 omfatter et hus 11 som kan være 30 fremstilt i ett stykke eller være sammensatt av flere enkeltdeler.

Fluidtrykkanordningen 10 har en høytrykksside 12 og en lavtrykksside 13. Huset er tildannet som en tandem-hydraulikksylinder med et første sylinderparti 14a og et annet sylinderparti 15a, som har større diameter enn det første sylinderparti 14a.

I det første sylinderparti 14a er det anordnet et første stempelparti 16 og i det annet sylinderparti 15a er det anordnet et annet stempelparti 17. Stempelpartiene 16, 17 er innbyrdes stivt forbundet med en stempelstang 18 og kan gli tettende i sine

respektive sylindertartier 14a, 15a. Stempelpartiene 16,17 og stempelstangen 18 danner et tandemstempel 29.

Det første sylindertarti 14a og det første stempelparti 16 avgrenser et første sylindertammer eller høytrykks-sylindertammer 14 som har et tverrsnittareal A1, og som er forbundet med tilførselsledning 2 ved et sted 19.

Det annet sylindertarti 15a og det annet stempelparti 17 avgrenser et lavtrykks-sylindertammer 15 som har et tverrsnittareal A2, og som er forbundet med returledningen 3 ved et sted 20.

Fluidtrykkanordningen 10 kan betegnes som en trykkomformer, idet tandemstempelet 29 kan bli holdt i balanse av et fluid med et første trykk på høytrykkssiden 12 og et fluid med et annet trykk på lavtrykkssiden 13. Dersom det bortses fra friksjonen mellom sylinderten og tandemstempelet 29 og dersom dette stempel ikke blir akselerert og ikke befinner seg i en ytterposisjon ved en ende av huset 11, er trykket på høytrykkssiden 12 således lik trykket på lavtrykkssiden 13 multiplisert med forholdet mellom det andre A2 og det første tverrsnittareal A1.

Fluidtrykkanordninger av en liknende prinsipiell oppbygning er i og for seg velkjent fra andre bruksområder og sammenhenger, f.eks. som trykkforsterkere.

Forbindelsene mellom aktuatoren 1 og fluidtrykkanordningen 10 er på figur 2 vist prinsipielt. I praksis kan det i ledninger mellom disse bestanddeler være anordnet ytterligere komponenter, såsom ventiler og regulatorer. I tillegg kan det være inkludert andre komponenter, f. eks. slik det er vist på fig. 3.

Som vist på fig. 2 er hydraulikkaktuatoren 1 parallellkoblet med fluidtrykkanordningen 10, idet tilførselsledningen 2 til aktuatoren er forbundet med denne ved forbindelsesstedet 19, og returledningen 3 fra aktuatoren er forbundet med denne ved forbindelsesstedet 20. Derved vil trykket på det fluid som tilføres aktuatoren, tilsvare trykket på fluidet i det første sylindertammer 14, og trykket på returfluidet, som strømmer fra aktuatoren vil tilsvare trykket på fluidet i det annet sylindertammeret 15. Tandemstempelet 29 vil stadig søke en posisjon hvori det er trykkmessig balansert, dvs. en posisjon, hvori trykket på tilførselsfluidet er lik trykket på returfluidet multiplisert med forholdet mellom det andre A2 og det første tverrsnittareal A1 av sylindertammerne 14, 15.

Når aktuatoren blir aktivert ved at trykket på fluidet i tilførselsledningen 2 blir øket og fluid blir tilført aktuatorens tilførseltammer 8, blir aktuatorstempelet 5 beveget, slik at prosessstyringsventilens stilling blir endret. Returfluid blir da presset ut av returkammeret 9 og dels inn i fluidtrykkanordningens lavtrykkskammer 15, dels tilbake i hovedreturledningen 3a. Strømmen av returfluid

inn i lavtrykkskammeret 15 fortsetter inntil tandemstampelet 29 er i trykkmessig balanse. På den måte vil returkammeret 9 bli tømt raskt, og ventilen tilsvarende hurtig bli beveget til ønsket stilling, til tross for begrensningen i hovedreturledningens 3a begrensede kapasitet.

- 5 Etter at aktuatoren 1 og dermed prosessstyringsventilen har blitt brakt til den ønskede stilling, strømmer returfluid forholdsvis langsomt ut av lavtrykkskammeret 15 og tilbake til returledningen 3, gjennom hovedreturledningen 3a i navlestrengen og opp til plattformen ved havoverflaten. Herunder blir trykket på returfluidet gradvis redusert. Derved blir tandemstampelet 10 29 beveget mot høyre på fig. 2 inntil det til slutt kommer til anlegg mot en endeflate i huset 11.

- Figur 3 er et koblingsdiagram som viser en anvendelse av anordningen ifølge oppfinnelsen i et undervannssystem for styring av en prosessstyringsventil (ikke vist) for olje- og/eller gassproduksjon. Systemet omfatter en høytrykksenhet 21, som kan omfatte pumper, tanker for fluid og trykkregulatorer etc., idet disse 15 fortrinnsvis er anbrakt på en plattform ved havoverflaten. Hydrauliske, eventuelt også elektriske og/eller optiske kabler og forbindelsesledninger forløper gjennom en navlestreng 22, eventuelt via en strømningsstyringsmodul 23, ned til en undervannsmodul 24. Fluid fra overflaten kan bli brakt til å strømme gjennom 20 hovedtilførselsledningen 2a, en styreventil 25, til en tilførselsakkumulator 26, og videre gjennom en styreventil 27 og dels til høytrykkskammeret 14 av fluidtrykkanordningen 10, dels til tilførselskammeret 8 av en rekke aktuatorer 1. Når aktuatorstemplene blir beveget mot høyre på fig. 3, kan fluid strømme fra 25 returkammeret 9 av hver aktuator 1, dels til lavtrykkskammeret 15 i fluidtrykkanordningen 10, dels til hovedreturledningen 3a, som forløper gjennom navlestrengen 22 til høytrykksenheten 21 på plattformen.

Under drift samvirker fluidtrykkanordningen 10 med en prosessventilaktuator 1 på en måte tilsvarende den som vist på fig. 2.

- 30 Som vist på figur 3 er en fluidtrykkanordning benyttet sammen med flere parallellkoblede aktuatorer 1. Ifølge oppfinnelsen kan det imidlertid bli benyttet én eller flere fluidtrykkanordninger i kombinasjon med hver aktuator, eller flere fluidtrykkanordninger i kombinasjon med en gruppe av flere aktuatorer.

En fluidtrykkanordning 10 kan være utformet som en separat bestanddel eller være sammenbygget med en aktuator 1.

- 35 Ved bruk av fluidtrykkanordningen 10 ifølge oppfinnelsen, blir det oppnådd en tilstrekkelig rask respons for aktuatoren 1 selv om hovedreturledningen 3a

- fordelaktig har et lite tverrsnitt. Dette gir et redusert materialforbruk og reduserte konstruksjons- og installasjonsomkostninger. Dersom det dessuten blir benyttet en i og for seg kjent tilførselsakkumulator 26 i tilknytning til tilførselsledningen, kan også tilførselsledningen ha reduserte dimensjoner, noe som gir ytterligere besparelser.

- Det absolutte trykk på det vann som omgir undervannssystemet, har ingen innvirkning på fluidtrykkanordningens 10 funksjon. I motsetning til den tidligere kjente akkumulator 28, vil fluidtrykkanordningen 10 derfor kunne bli benyttet uten noen modifikasjon, uavhengig av dette absolutte trykk.
- 10 Selv om det ovenfor er angitt at aktuatoren 1 er en hydraulikksylinder, vil det forstås at det kan bli benyttet en hvilken som helst type hydraulikkaktuator eller -motor.
- Videre vil det forstås at anordningen 10 kan være tildannet annerledes, idet det essensielle er at den har et hus med et bevegelig organ, som sammen med huset avgrenser et første kammer 14, som er innrettet til å oppta et høytrykksfluid, og et annet kammer 15, som er innrettet til å oppta et lavtrykksfluid, idet funksjonen av anordningen er slik det er angitt ovenfor. Eksempelvis kan huset være sirkulært og det bevegelige organ være tildannet som en rotor som eksempelvis omfatter radiale vinger.
- 20 Det er ovenfor angitt at aktuatoren er innrettet til betjening av en prosessstyringsventil, men det vil forstås at også andre innretninger kan bli betjent av aktuatoren.
- Videre er det angitt at anordningen er innrettet til bruk ved et undervannssystem for styring av en hydraulikkaktuator for en prosessstyringsinnretning. Det vil imidlertid forstås at anordningen kan bli benyttet ved andre systemer, f.eks. systemer som ikke befinner seg i vann, og ved systemer for en hvilken som helst annen bruk, men hvor ulemper tilsvarende dem som er nevnt ovenfor, foreligger.

PATENTKRAV

1. Anordning ved et undervannssystem til styring av en hydraulikkaktuator (1) til operasjon av en prosessstyringsinnretning såsom en prosessstyringsventil, i forbindelse med utvinning av hydrokarboner fra en brønn, hvor systemet omfatter
- 5 en tilførselsledning (2) for tilførsel av et tilførselsfluid til hydraulikkaktuatoren (1) og en returledning (3) for fjerning av et returfluid fra hydraulikkaktuatoren (1), og anordningen omfatter et hus (11) og et i huset (11) bevegelig organ (29), som sammen med huset (11) avgrenser et lavtrykkskammer (15), som kommuniserer med returledningen (3),
- 10 k a r a k t e r i s e r t v e d a t anordningens (10) hus (11) og organet (29) avgrenser også et høytrykkskammer (14), som kommuniserer med tilførselsledningen (2), hvorved organets (29) stilling og dermed volumet av lavtrykkskammeret (15) er en funksjon av trykket på returfluidet og tilførselsfluidet.
- 15 2. Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t huset (11) og organet (29) er bestanddeler av en trykkomformer.
3. Anordning ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d a t høytrykkskammeret (14) har et første indre
- 20 tverrsnitt, lavtrykkskammeret (15) har et annet indre tverrsnitt, og organet (29) er dannet av et stempel, som er bevegelig i husets (11) lengderetning, og som omfatter et første stempelparti (16) med et tverrsnitt, som er tilpasset det første indre tverrsnitt, idet det første stempelparti (16) er fast forbundet med et annet stempelparti (17), som har et tverrsnitt, som er tilpasset det annet indre tverrsnittet.
- 25 4. Anordning ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d a t arealet av det annet tverrsnitt er mellom 5 og 100 ganger større enn arealet av det første tverrsnitt, og fortrinnsvis mellom 20 og 60 ganger større enn arealet av det første tverrsnittet.
- 30 5. Undervannssystem med en hydraulikkaktuator (1) til operasjon av en prosessstyringsinnretning såsom en prosessstyringsventil, i forbindelse med utvinning av hydrokarboner fra en brønn, hvor systemet omfatter en tilførselsledning (2) for tilførsel av et tilførselsfluid til hydraulikkaktuatoren (1) og en returledning (3) for fjerning av et returfluid fra hydraulikkaktuatoren (1), idet undervannssystemet omfatter en anordning (10) til styring av hydraulikkaktuatoren

- (1), og anordningen (10) omfatter et hus (11) og et i huset (11) bevegelig organ (29), som sammen med huset (11) avgrenser et lavtrykkskammer (15), som kommuniserer med returledningen (3),
karakterisert ved at anordningens (10) hus (11) og organet (29)
5 avgrenser også et høytrykkskammer (14) som kommuniserer med tilførselsledningen (2), hvorved organets (29) stilling og dermed volumet av lavtrykkskammeret (15) er en funksjon av trykket på returfluidet og tilførselsfluidet.
- 10 6. Undervannssystem ifølge krav 5,
karakterisert ved at huset (11) og organet (29) er bestanddeler av en trykkomformer.
7. Undervannssystem ifølge krav 5 eller 6,
karakterisert ved at høytrykkskammeret (14) har et første indre
15 tverrsnitt, lavtrykkskammeret (15) har et annet indre tverrsnitt, og organet (29) er dannet av et stempel, som er bevegelig i husets (11) lengderetning, og som omfatter et første stempelparti (16) med et tverrsnitt, som er tilpasset det første indre tverrsnitt, idet det første stempelparti (16) er fast forbundet med et annet stempelparti (17), som har et tverrsnitt tilpasset det annet indre tverrsnittet.
- 20 8. Undervannssystem ifølge krav 7,
karakterisert ved at arealet av det andre tverrsnittet er mellom 5 og 100 ganger større enn arealet av det første tverrsnittet og fortrinnsvis mellom 20 og 60 ganger større enn arealet av det første tverrsnittet.
9. Undervannssystem ifølge krav 8,
25 karakterisert ved at det i tillegg omfatter en hovedtilførselsledning (2a) som er direkte eller indirekte forbundet med tilførselsledningen (2), en hovedreturledning (3a) som er direkte eller indirekte forbundet med returledningen (3), og at hovedtilførsels- og hovedreturledningene er omfattet av en navlestreng (22) som forbinder undervanns- produksjonsventilen med en sentral enhet (21).

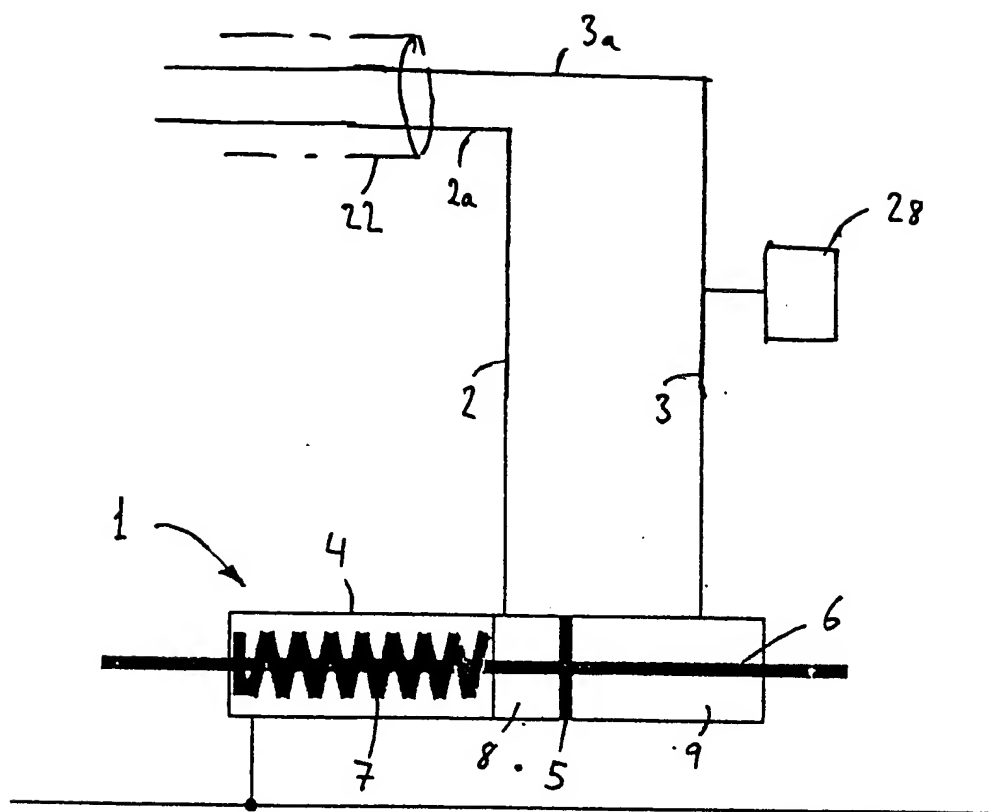


Fig. 1.

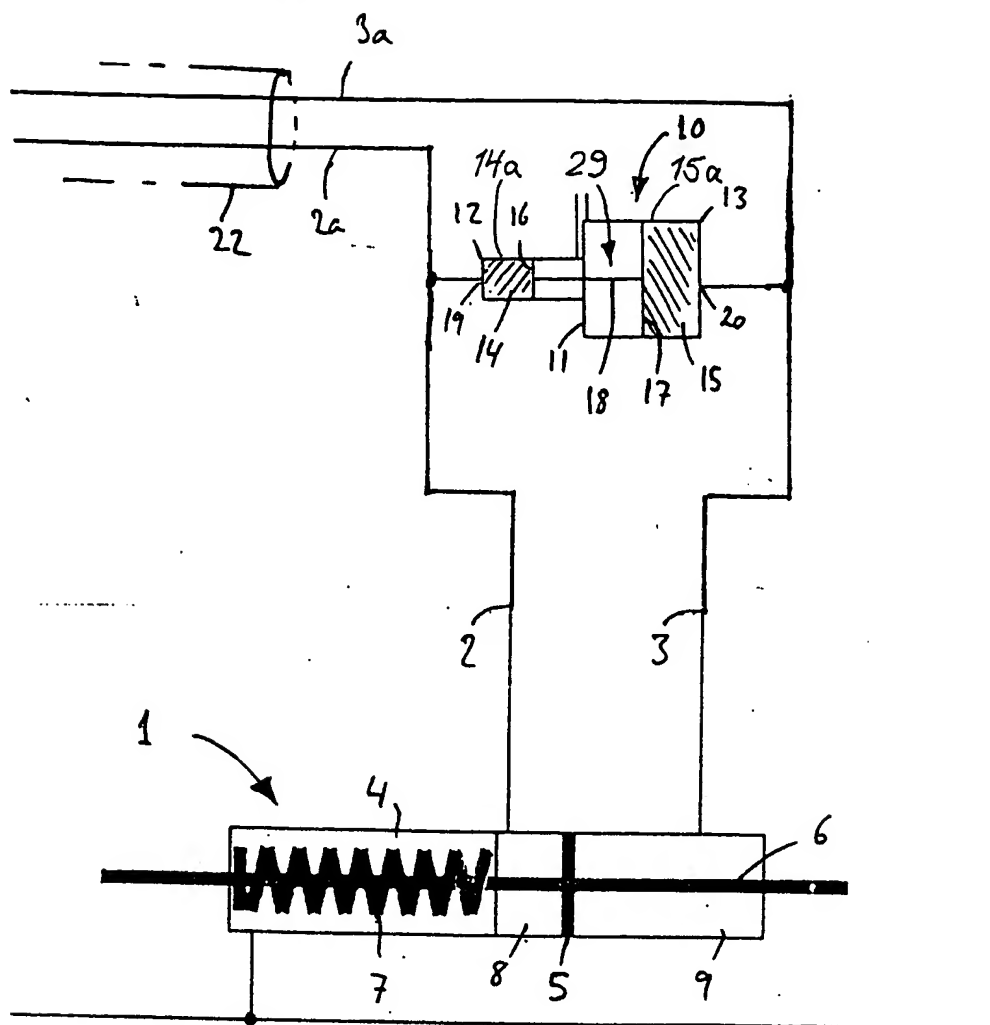


Fig. 2.

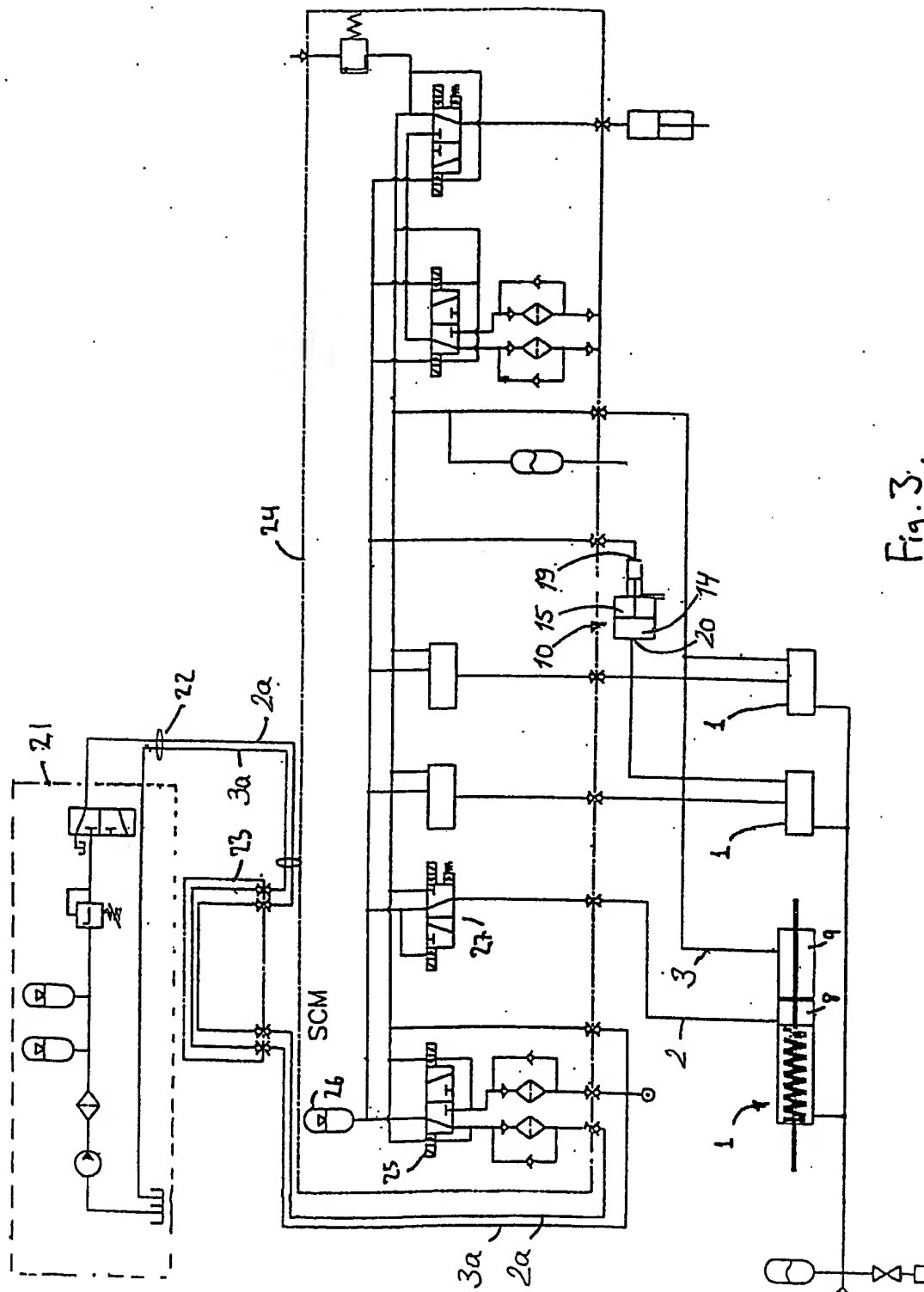


Fig. 3.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.